



TITLE:

Diversity and Mechanism of the
Photosynthetic Induction Response among
Various Soybean [Glycine max (L.) Merr.]
Genotypes(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Mochamad, Arief Soleh

CITATION:

Mochamad, Arief Soleh. Diversity and Mechanism of the Photosynthetic Induction Response among Various Soybean [Glycine max (L.) Merr.] Genotypes. 京都大学, 2016, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19781>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2019-08-01に公開; 許諾条件により要約は2017-03-22に公開

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	Mochamad Arief Soleh
論文題目	Diversity and Mechanism of the Photosynthetic Induction Response among Various Soybean [<i>Glycine max</i> (L.) Merr.] Genotypes (多様なダイズ遺伝子型における光合成誘導反応の多様性とその機構)		
(論文内容の要旨)			
<p>Enhancement of photosynthetic activity in soybean [<i>Glycine max</i> (L.) Merr.] has been the target of the breeding effort for several decades. In the field, fluctuation of the light intensity in the plant canopy is very common phenomenon caused by the scattered clouds and canopy shading. In such condition, the leaf photosynthetic rate does not reach its maximum immediately but gradually approaches toward the maximum value. This phase is called “photosynthetic induction response” . Since the induction response is generally slower compared with the light fluctuation, a faster induction response may result in greater dry matter productivity of crop canopy with increased carbon assimilation. This thesis describes a study aimed to elucidate the genetic diversity and physiological mechanisms of the photosynthetic induction response among various soybean genotypes. The contents are summarized below.</p> <p>1. The genotypic difference and underlying physiological mechanisms in the photosynthetic induction response are examined for commercial soybean cultivars. Seven soybean cultivars from the USA and Japan were grown in the plastic pots. Plants in the vegetative growth period were acclimated to dark condition during one night and the photosynthetic rate was measured for upper leaves continuously for ten minutes after a sudden increase of light intensity. There were clear differences in the induction response among these soybean genotypes. Cultivars ‘UA-4805’ (UA) and ‘Fukuyutaka’ (Fy) showed the fastest induction and cultivar ‘Tachinagaha’ (Tc) showed the slowest induction. The photosynthetic rate at 600s after starting the strong light illumination ranged from 13.1 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ in Tc to 23.2 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ in UA. Combining the measurement of induction response with the CO₂ concentration control, the physiological mechanisms underlying the observed difference in the photosynthetic response were analyzed. Major part of the induction kinetics was not explained by the stomatal opening, but by the in vivo activity of the carbon fixation by Rubisco (V_{c_{max}}). The V_{c_{max}} at 600s after starting the strong light illumination was 70.0 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ in UA, while that of Tc was only 26.5 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. There was no clear relationship between the kinetics of the induction response and the maximum photosynthetic rate under the steady-state high light (P_{max}).</p> <p>2. The diversity of the photosynthetic induction response is evaluated for a larger collection of soybean germplasm. The 37 parental lines of SoyNAM (Soybean Nested Association Mapping) population with divergent origins were used. The 37 parents showed a near 7 times difference at the vegetative stage and a 4 times difference at the reproductive stage in the difference in speed of induction response (CCF) with consistent tendency between</p>			

measurements. The CCF was associated more with the difference in carboxylation capacity of photosynthesis than with stomatal conductance. There was no correlation between CCF and P_{\max} , suggesting the independent regulation of the steady-state and non-steady-state photosynthesis among soybean genotypes.

3. The impact of the photosynthetic induction response on the dry matter productivity is examined. NAM12 and NAM23 were used as the fast and slow induction genotypes. During measurement of photosynthesis, the high and low light intensity was applied in every 30 min with 14 h photoperiod along with the control that received a constant light intensity. The growth chamber at Illinois and the LED greenhouse at Kyoto were used for this experiment. The above-ground dry matter (DM) at 31 and 20 d after seeding for Illinois and Kyoto, respectively, was significantly greater in NAM 23 than in NAM 12 under both of the fluctuating and constant light treatments. From this result, although there exists a strong possibility of association between speed of induction response and DM productivity, a greater DM in NAM 23 was not clearly attributed to its fast induction response.

4. The author discussed the findings of this study referring to previous studies. It was stated that this study first demonstrated genotypic variability of the speed of induction response in soybean and that an important physiological mechanism underlying the genotypic difference is regulation of Rubisco activity by Rubisco activase.

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

作物群落の生産性の生理的ポテンシャルは、葉の光合成能力に大きく依存する。その向上を目指したこれまでの研究では、ほとんどの場合光合成速度を光飽和した定常条件のもとで評価してきた。しかし、実際の圃場条件における葉の表面の光強度は、雲の動きによる直達光強度の急激な変化、葉の姿勢と相互遮蔽およびそれらのゆらぎによって刻々変動している。そして、葉が急に強光にさらされた場合、光合成が光強度に応じた速度に達するには一定の時間を要する。その過程は光合成の光誘導反応と呼ばれ、群落の光合成活動において無視できない部分を占める。このため光誘導反応を速めることは群落光合成の向上につながるものと期待される。本研究は、ダイズを対象として、個葉光合成の光誘導の品種間変異およびその作物生理機構の解明を企図したものであり、評価できる主要な点は以下の通りである。

1. ダイズの光誘導反応速度に大きな品種間差異が存在することをはじめて明らかにした。すなわち、産地を異にする7品種を用いてそれらを暗条件に馴化させた後急速に強光下に曝したときの光合成速度を連続測定し、光誘導反応速度に最大最小比として1.7倍の差異をみいだした。さらに多様性に富む37品種を用いた簡易評価を実施し、栄養生長期に7倍、生殖成長期に4倍の差異をみいだした。2つの時期の測定結果には密接な相関が存在したことから、光誘導反応速度の差異が品種特性とみなすことができるとした。

2. 光誘導反応の品種間差異をもたらす要因として葉内の二酸化炭素固定活性が強く関わることを明らかにした。すなわち、光合成速度を葉内へのガス輸送（気孔コンダクタンス）と葉内の二酸化炭素濃度当たり活性に分けて解析した結果、および光合成一葉内二酸化炭素濃度応答特性の強光開始後における時間変化を解析した結果にもとづき、二酸化炭素固定活性の立ち上がりの速さに著しい品種間差異があり、光誘導反応の差異に関与することを示した。このことから、ルビスコ活性の制御が光誘導反応の改良につながる可能性が高いことを指摘した。

以上のように、本論文は、ダイズの光合成の光誘導反応における品種間変異の存在とその要因を明らかにし、群落生産機能向上のための新たな可能性を示したものであり、作物学、育種学、栽培システム学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年2月9日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）